

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-32436

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月3日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 F	3/08		H 0 3 F 3/08	
H 0 4 B	10/02		H 0 4 B 9/00	V
	10/28			Y
	10/26			
	10/14			

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-187237

(22) 出願日 平成8年(1996) 7月17日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 長谷川 淳

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株

式会社日立製作所情報通信事業部内

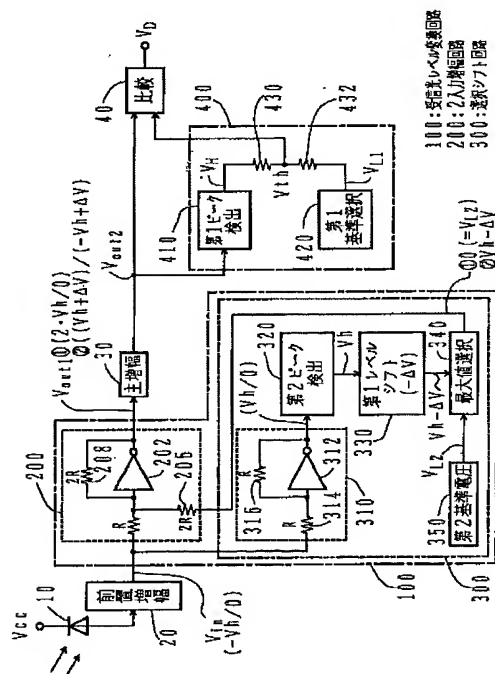
(74) 代理人 弁理士 春日 譲

(54) 【発明の名称】 光受信回路及び光伝送システム

(57) 【要約】

【課題】 本発明の目的は、受光ダイナミックレンジの広い光受信回路を提供することにある。

【解決手段】 受光素子10により検出された電流信号は、前置増幅回路20により電圧信号に変換される。前置増幅回路20の出力は、受信光レベル変換回路100に入力する。受信光レベル変換回路100は、前置増幅回路20の出力信号が所定レベルより小さい場合には、前置増幅回路20の出力信号を増幅する機能を有し、前置増幅回路20の出力信号が所定レベルより大きい場合には、前置増幅回路20の出力信号を増幅するとともに、レベルシフトする機能を有している。受信光レベル変換回路100の出力は、主増幅回路30により増幅されるが、前置増幅回路20の出力信号が所定レベルより大きい場合には、受信光レベル変換回路100の出力により、主増幅回路30をバイポーラ動作させる。主増幅回路30の出力信号を所定のしきい値に基づいて比較回路40によって、波形形成される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 受光素子と、

この受光素子により検出された電流信号を電圧信号に変換する前置増幅回路と、

この前置増幅回路の出力信号を増幅する主増幅回路と、
この主増幅回路の出力信号を所定のしきい値に基づいて
波形形成する比較回路とを有する光受信回路において、
上記前置増幅回路と上記主増幅回路の間に配置され、上記
前置増幅回路の出力信号が所定レベルより小さい場合
には、上記前置増幅回路の出力信号を増幅する機能を有し、
上記前置増幅回路の出力信号が所定レベルより大きい
場合には、上記前置増幅回路の出力信号を増幅すると
ともに、レベルシフトする機能を有する受信光レベル変
換回路を備え、

上記前置増幅回路の出力信号が所定レベルより大きい場
合には、上記受信光レベル変換回路の出力により、上記
主増幅回路をバイポーラ動作させることを特徴とする光
受信回路。

【請求項 2】 請求項 1 記載の光受信回路において、
上記受信光レベル変換回路は、
上記前置増幅回路の出力に接続され、上記前置増幅回路
の出力信号が所定レベルより小さい場合には、その出力
を 0 とし、上記前置増幅回路の出力信号が所定レベルよ
り大きい場合には、上記前置増幅回路の出力信号のピー
ク値をレベルをシフトして出力する選択シフト回路と、
上記前置増幅回路の出力及び上記選択シフト回路の出力
を 2 つの入力とする 2 入力増幅回路から構成されること
を特徴とする光受信回路。

【請求項 3】 請求項 1 記載の光受信回路において、
上記所定レベルは、入力した電気信号に対して線形動作
範囲を有する回路素子の線形動作範囲の上限値に相当す
る電圧としたことを特徴とする光受信回路。

【請求項 4】 請求項 3 記載の光受信回路において、
上記前置増幅回路の出力信号に対する上記 2 入力増幅回
路の増幅率を K_1 とし、上記選択シフト回路の出力信号
に対する上記 2 入力増幅回路の増幅率を K_2 とすると
き、上記選択シフト回路におけるシフト量は、上記所定
レベルに (K_2 / K_1) を乗じた量であることを特徴と
する光受信回路。

【請求項 5】 請求項 2 記載の光受信回路において、
上記選択シフト回路は、上記前置増幅回路の出力信号の
ピーク値を検出するピーク検出回路を備えるとともに、こ
のピーク検出回路は所定のタイミングでリセット可能で
あることを特徴とする光受信回路。

【請求項 6】 請求項 1 記載の光受信回路において、
上記比較回路に入力するしきい値を出力するしきい値回
路を備え、

上記しきい値回路は、“1”レベルに相当する上記主増
幅回路の出力信号のピーク値を検出するピーク検出回路
と、“0”レベルに相当する基準電圧を発生する基準電

圧発生回路とから構成され、上記ピーク検出回路と上記
基準電圧発生回路の出力の midpoint 電圧をしきい値として出
力することを特徴とする光受信回路。

【請求項 7】 請求項 6 記載の光受信回路において、
上記ピーク検出回路は所定のタイミングでリセット可能
であることを特徴とする光受信回路。

【請求項 8】 請求項 6 記載の光受信回路において、
上記しきい値回路は、無受光時には、ノイズレベルに相
当するしきい値を出力することを特徴とする光受信回
路。

【請求項 9】 請求項 1 記載の光受信回路において、
上記主増幅回路の出力信号のボトム値を検出するととも
に、このボトム値が“0”レベルに相当する電圧となる
ように主増幅回路の出力を補正するボトム補正回路を備
えたことを特徴とする光受信回路。

【請求項 10】 光受信回路を有する局と光送信回路を
有する加入者との間を光ファイバーにより接続して、上
記加入者から上記局にデータを伝送する光伝送システム
において、

上記光受信回路は、
受光素子と、
この受光素子により検出された電流信号を電圧信号に変
換する前置増幅回路と、
この前置増幅回路の出力信号を増幅する主増幅回路と、
この主増幅回路の出力信号を所定のしきい値に基づいて
波形形成する比較回路と、
上記前置増幅回路と上記主増幅回路の間に配置され、上
記前置増幅回路の出力信号が所定レベルより小さい場合
には、上記前置増幅回路の出力信号を増幅する機能を有
し、上記前置増幅回路の出力信号が所定レベルより大き
い場合には、上記前置増幅回路の出力信号を増幅すると
ともに、レベルシフトする機能を有する受信光レベル変
換回路とから構成されることを特徴とする光伝送システ
ム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、デジタル光信号を
電気信号に変換する光受信回路及びこの光受信回路を用
いた光伝送システムに係り、特に、バースト伝送に用い
るに好適な光受信回路及び光伝送システムに関する。

【0002】

【従来の技術】従来の光受信回路においては、受光素子
によって変換された電気信号を主増幅器によって増幅
し、主増幅器の出力信号を、“1”レベルと“0”レベ
ルの midpoint 電圧をしきい値として波形整形して、デジ
タル電気信号を出力している。ここで、“1”レベルの電
圧は、入力する光信号の信号強度によって変化するた
め、“1”レベルの電圧の変化に応じてしきい値の電圧
も変化させる必要があり、自動しきい値調整回路 (A T
C) を使用している。自動しきい値調整回路は、“1”

レベルの電圧に相当する値として、主増幅器の出力電圧のピーク値を検出し、このピーク値と” 0 ”レベルに相当する基準電圧値との midpoint の電圧をしきい値とすることにより、自動的にしきい値を調整するようにしていた。この自動的に調整されたしきい値を比較器の一方の入力信号とし、比較器の他方の入力端子に主増幅器の出力信号を入力することにより、このしきい値により波形形成して、デジタル電気信号を出力することができる。

【 0 0 0 3 】自動しきい値調整回路としては、例えば、特開昭 6 0 - 2 1 4 1 2 8 号公報に記載されている。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の光受信回路においては、受光ダイナミックレンジが狭いという問題があった。即ち、従来の光受信回路においては、受光ダイナミックレンジは、例えば、主増幅器の線形動作範囲で支配されており、主増幅器の線形動作範囲以上の受光レベルの信号に対しては、主増幅器は、本来の” 1 ”レベルの信号を出力できないことになる。その結果、しきい値調整回路で生成した” 1 ”レベルと” 0 ”レベルの midpoint 電圧が、本来のしきい値レベルと相違するため、比較器の出力には、パルス幅歪みが発生する。従って、従来は、主増幅器の線形動作範囲で主増幅器が動作するような受光レベルに制限されるため、受光ダイナミックレンジが狭いという問題があった。なお、受光ダイナミックレンジを制限するファクタとしては、主増幅器以外にも、ピーク検出回路等がある。

【 0 0 0 5 】また、光受信回路の受光ダイナミックレンジが狭い場合には、光受信回路と光送信器を個々に光ファイバーで接続して光伝送システムを構築する必要があるため、光伝送システムが高価になるという問題があった。

【 0 0 0 6 】本発明の目的は、受光ダイナミックレンジの広い光受信回路を提供することにある。

【 0 0 0 7 】本発明の他の目的は、安価に構成できる光伝送システムを提供することにある。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、受光素子と、この受光素子により検出された電流信号を電圧信号に変換する前置増幅回路と、この前置増幅回路の出力信号を増幅する主増幅回路と、この主増幅回路の出力信号を所定のしきい値に基づいて波形形成する比較回路とを有する光受信回路において、上記前置増幅回路と上記主増幅回路の間に配置され、上記前置増幅回路の出力信号が所定レベルより小さい場合には、上記前置増幅回路の出力信号を増幅する機能を有し、上記前置増幅回路の出力信号が所定レベルより大きい場合には、上記前置増幅回路の出力信号を増幅するとともに、レベルシフトする機能を有する受信光レベル変換回路を備え、上記前置増幅回路の出力信号が所定レベルより大きい場合には、上記受信光レベル変換回路の出

力により、上記主増幅回路をバイポーラ動作させるようにしたものであり、かかる構成により、光受信回路の受光ダイナミックレンジを広くし得るものである。

【 0 0 0 9 】上記光受信回路において、好ましくは、上記受信光レベル変換回路は、上記前置増幅回路の出力に接続され、上記前置増幅回路の出力信号が所定レベルより小さい場合には、その出力を 0 とし、上記前置増幅回路の出力信号が所定レベルより大きい場合には、上記前置増幅回路の出力信号のピーク値をレベルをシフトして出力する選択シフト回路と、上記前置増幅回路の出力及び上記選択シフト回路の出力を 2 つの入力とする 2 入力増幅回路から構成するようにしたものである。

【 0 0 1 0 】上記光受信回路において、好ましくは、上記所定レベルは、入力した電気信号に対して線形動作範囲を有する回路素子の線形動作範囲の上限値に相当する電圧としたものであり、かかる構成により、線形動作範囲内では、回路素子を線形動作させ、線形動作範囲以外では、バイポーラ動作させ得るものとなる。

【 0 0 1 1 】上記光受信回路において、好ましくは、上記前置増幅回路の出力信号に対する上記 2 入力増幅回路の増幅率を K_1 とし、上記選択シフト回路の出力信号に対する上記 2 入力増幅回路の増幅率を K_2 とするとき、上記選択シフト回路におけるシフト量は、上記所定レベルに (K_2 / K_1) を乗じた量とするものである。

【 0 0 1 2 】上記光受信回路において、好ましくは、上記選択シフト回路は、上記前置増幅回路の出力信号のピーク値を検出するピーク検出回路を備えるとともに、このピーク検出回路は所定のタイミングでリセット可能としたものであり、かかる構成により、小さな光受信レベルから大きな光受信レベルまで瞬時に受信し得るものとなる。

【 0 0 1 3 】上記光受信回路において、好ましくは、上記比較回路に入力するしきい値を出力するしきい値回路を備え、上記しきい値回路は、” 1 ”レベルに相当する上記主増幅回路の出力信号のピーク値を検出するピーク検出回路と、” 0 ”レベルに相当する基準電圧を発生する基準電圧発生回路とから構成され、上記ピーク検出回路と上記基準電圧発生回路の出力の midpoint 電圧をしきい値として出力するようにしたものであり、かかる構成により、” 1 ”レベルの変動に応じて適した波形形成をし得るものとなる。

【 0 0 1 4 】上記光受信回路において、好ましくは、上記ピーク検出回路は所定のタイミングでリセット可能としたものであり、かかる構成により、小さな光受信レベルから大きな光受信レベルまで瞬時に受信し得るものとなる。

【 0 0 1 5 】上記光受信回路において、好ましくは、上記しきい値回路は、無受光時には、ノイズレベルに相当するしきい値を出力するようにしたものであり、かかる構成により、ノイズによる誤動作を防止し得るものとな

る。

【0016】上記光受信回路において、好ましくは、上記主増幅回路の出力信号のボトム値を検出するとともに、このボトム値が”0”レベルに相当する電圧となるように主増幅回路の出力を補正するボトム補正回路を備えるようにしたものであり、かかる構成により、雑音成分の影響を除去し得るものとなる。

【0017】上記他の目的を達成するために、本発明は、光受信回路を有する局と光送信回路を有する加入者との間を光ファイバーにより接続して、上記加入者から上記局にデータを伝送する光伝送システムにおいて、上記光受信回路は、受光素子と、この受光素子により検出された電流信号を電圧信号に変換する前置増幅回路と、この前置増幅回路の出力信号を増幅する主増幅回路と、この主増幅回路の出力信号を所定のしきい値に基づいて波形形成する比較回路と、上記前置増幅回路と上記主増幅回路の間に配置され、上記前置増幅回路の出力信号が所定レベルより小さい場合には、上記前置増幅回路の出力信号を増幅する機能を有し、上記前置増幅回路の出力信号が所定レベルより大きい場合には、上記前置増幅回路の出力信号を増幅するとともに、レベルシフトする機能を有する受信光レベル変換回路とから構成するようにしたものであり、かかる構成により、光伝送システムを安価に構成し得るものとなる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、図1、図2及び図3を用いて、本発明の一実施形態による光受信回路について説明する。図1は、本発明の一実施形態による光受信回路のブロック図である。

【0019】受光素子10は、入力した光信号を電気信号に変換する。受光素子10が出力する電流信号は、前置増幅回路20によって、電圧信号に変換される。前置増幅回路20の出力信号は、受信光レベル変換回路100に入力する。受信光レベル変換回路100は、2入力増幅回路200と選択シフト回路300によって構成されている。

【0020】2入力増幅回路200は、反転増幅器202と、反転増幅器202の第1の入力端子と前置増幅回路20の間に接続される抵抗値Rの入力抵抗204と、反転増幅器202の第2の入力端子と選択シフト回路300の間に接続される抵抗値2Rの入力抵抗206と、反転増幅器202の出力端子と入力端子間に接続される抵抗値2Rの帰還抵抗208によって構成されている。従って、前置増幅回路20の出力信号は、2入力増幅回路200によって増幅率が2倍で反転増幅され、選択シフト回路300の出力信号は、2入力増幅回路200によって等倍で反転増幅される。

【0021】ここで、受信光レベル変換回路100の詳細な構成及び動作については、後述するが、受信光レベル変換回路100への入力信号V_{in}が小さい時、即ち、

受信光レベルが小さい時、選択シフト回路300からの信号は零であるため、前置増幅回路20の出力信号のみが2倍に反転増幅される。受信光レベル変換回路100への入力信号V_{in}が所定値より大きい時、即ち、受信光レベルが大きい時については、後述するが、本実施形態においては、受信光レベル変換回路100を備えることにより、受信光レベルが大きい時にもパルス幅歪みが発生しないようになり、受光ダイナミックレンジを広げられるものである。

【0022】受信光レベル変換回路100の出力信号V_{out1}は、主増幅回路30によって増幅される。ここで、主増幅回路30の増幅率を、例えば、5倍としており、2入力増幅回路200における増幅率の2倍と併せて、10倍の増幅率を得るようにしている。これは、本実施形態における増幅回路の増幅率を、従来の主増幅回路の増幅率（10倍）に合わせるようにしているためである。

【0023】主増幅回路30の出力信号は、比較回路40の一方の入力端子及びしきい値回路400に入力する。しきい値回路400は、第1ピーク検出回路410と、第1基準電圧回路420と、抵抗430、432から構成されている。

【0024】第1ピーク検出回路410は、主増幅回路30の出力信号のピーク値を検出し、ホールドするものであり、主増幅回路30の出力信号の中で”1”レベルの信号に相当する電圧V_Hをホールドする。第1基準電圧回路420は、所定の基準電圧を発生する回路であり、主増幅回路30の出力信号の中で”0”レベルの信号に相当する電圧V_{L1}を出力する。基準電圧V_{L1}としては、例えば、0Vとしてある。

【0025】第1ピーク検出回路410の出力と、第1基準電圧回路420の出力は、抵抗430、432を介して接続されている。ここで、抵抗430、432の抵抗値を等しくすると、抵抗430と抵抗432の接続点には、”1”レベルに相当する電圧V_Hと”0”レベルに相当する電圧V_{L1}の midpoint 電圧V_{th}＝（（V_H＋V_{L1}）／2）が出力される。

【0026】この midpoint 電圧V_{th}は、波形形成のためのしきい値となり、比較器40の第2の入力端子に入力される。比較器40は、しきい値回路400が出力する midpoint 電圧V_{th}をしきい値として、主増幅回路30の出力信号を波形形成して、デジタル電気信号V_Dを出力する。

【0027】次に、選択シフト回路300の構成について説明する。前置増幅回路20の出力信号は、選択シフト回路300の中の1倍反転増幅回路310に入力する。1倍反転増幅回路310は、反転増幅器312と、抵抗値Rの入力抵抗314と、抵抗値Rの帰還抵抗316によって構成されており、入力信号を増幅率が1倍で、反転増幅する。従って、受信光レベル変換回路100の入力信号V_{in}が、”1”レベルの受信光に相当する

電圧が $-V_h$ であり、“0”レベルの受信光に相当する電圧が0とすると、1倍反転増幅回路310の出力電圧は、“1”レベルの受信光に対して V_h となり、“0”レベルの受信光に対して0となる。1倍反転増幅回路310の出力信号は、第2ピーク検出回路320に入力する。なお、無受光時にも、ノイズに相当する電圧が流れるため、“0”レベルの受信光に相当する電圧は、実際には、0ではないが、ここでは、説明の都合上、0としてある。

【0028】第2ピーク検出回路320は、入力信号のピーク値を検出し、ホールドする。従って、第2ピーク検出回路320の出力電圧は、 V_h となる。第2ピーク検出回路320の出力信号は、第1レベルシフト回路330に入力する。

【0029】第1レベルシフト回路330は、入力信号に対して、 $(- \Delta V)$ だけ信号レベルをシフトするものである。従って、第1レベルシフト回路330の出力電圧は、 $(V_h - \Delta V)$ となる。第1レベルシフト回路330の出力信号は、最大値選択回路350に入力する。

【0030】最大値選択回路350は、第1レベルシフト回路330の出力と、第2基準電圧回路350の出力の内、大きい方を出力する。第2基準電圧回路350は、“0”レベルに相当する電圧 V_{L2} を出力する回路であり、ここでは、 $V_{L2}=0$ としてある。即ち、最大値選択回路350は、第1レベルシフト回路330の出力 $(V_h - \Delta V)$ と、第2基準電圧回路350の出力 $(V_{L2}=0)$ を比較して、 $(V_h - \Delta V)$ が $(V_{L2}=0)$ より小さい第1の状態では、 $(V_{L2}=0)$ を出力し、 $(V_h - \Delta V)$ が $(V_{L2}=0)$ より大きい第2の状態では、 $(V_h - \Delta V)$ を出力する。

【0031】次に、図1に示した光受信回路の動作について、図2、図3とともに説明する。図2には、本発明の一実施形態による光受信回路の受信光レベル変換回路の入力信号と出力信号の関係を説明する波形図であり、図3は、本発明の一実施形態による受信光レベル変換回路の入力信号と出力信号の関係、及び光受信回路の比較回路の入力信号を説明する図である。

【0032】ここで、受信光レベルが小さい第1の場合と、受信光レベルが大きい第2の場合について、分けて説明する。受信光レベル変換回路100の入力信号 V_{in} が、図2(A)に示すように、受信光が“1”レベルの時、 $-V_h$ とし、受信光が“0”レベルの時、0とし、第1レベルシフト回路330のシフト電圧を $- \Delta V$ とすると、受信光レベルが小さい第1の場合とは、 $V_h < \Delta V$ の場合であり、受信光レベルが大きい第2の場合とは、 $V_h > \Delta V$ の場合である。これは、例えば、受信光が“1”レベルの時の入力信号 $-V_h$ とすると、 V_h が0.1V($=100\text{mV}$)以下の時が第1の場合であり、 V_h が0.1V以上の時が第2の場合である。 V_h が0.1V以内であれば、主増幅回路30は、線形動作

範囲内で動作させることができるものとする。

【0033】なお、ピーク検出回路410の線形動作範囲は、主増幅回路30の線形動作範囲と同等若しくはそれ以下のものとする。ピーク検出回路410の線形動作範囲が、主増幅回路30の線形動作範囲よりも狭い場合には、 V_h は、ピーク検出回路の線形動作範囲に基づいて設定されるものである。

【0034】最初に、受信光レベルが小さい第1の場合について説明する。この場合には、入力増幅回路200の中の第1レベルシフト回路330の出力電圧 $(V_h - \Delta V)$ と、第2基準電圧回路350の出力電圧 $V_{L2}(=0)$ とを、最大値選択回路340により比較すると、第2基準電圧回路350の出力電圧 $V_{L2}(=0)$ の方が大きいため、最大値選択回路340の出力電圧は、0となる。従って、2入力増幅回路200の2入力の内、入力抵抗206から入力する電圧は、0であるため、入力抵抗204から入力する前置増幅回路20の出力電圧 V_{in} を、そのまま、増幅率が2倍で、反転増幅する。

【0035】即ち、図2(A)に示す入力信号 V_{in} は、図2(B)に示すように、“1”レベルの信号の電圧が $2V_h$ であり、“0”レベルの信号の電圧が0である出力信号 V_{out1} となる。

【0036】その結果、図3(A)に示すように、入力信号 V_{in} が $- \Delta V$ 以下では、“1”レベルの信号は、そのままニアに増幅され、“0”レベルの信号は、0のままとなる。

【0037】主増幅回路30の出力電圧 V_{out2} は、“1”レベルに対応する電圧は $10 \cdot V_h$ となり、しきい値回路400のピーク検出回路410によって、ピーク値 V_H として、 $10 \cdot V_h$ が検出される。第1基準電圧回路420が発生する基準電圧 V_{L1} を0とすると、しきい値 V_{th} は、 $5 \cdot V_h$ となる。従って、比較回路50によって、従来同様に、パルス波形歪みが発生しない状態で波形成形を行い、デジタル電気信号に変換することができる。

【0038】次に、受信光レベルが大きい第2の場合について説明する。この場合には、入力増幅回路200の中の第1レベルシフト回路330の出力電圧 $(V_h - \Delta V)$ と、第2基準電圧回路350の出力電圧 $V_{L2}(=0)$ とを、最大値選択回路340により比較すると、第1レベルシフト回路330の出力電圧 $(V_h - \Delta V)$ の方が大きいため、最大値選択回路340の出力電圧は、 $(V_h - \Delta V)$ となる。従って、2入力増幅回路200の2入力の内、入力抵抗206から入力する電圧は、 $(V_h - \Delta V)$ であるため、この電圧は、増幅率が1倍で反転増幅されて、 $-(V_h - \Delta V)$ となり、入力抵抗204から入力する前置増幅回路20の出力電圧 V_{in} は、増幅率が2倍で、反転増幅されて、 $-2V_{in}$ となる。即ち、2入力増幅回路200の出力電圧 V_{out1} は、 $-2V_{in} - (V_h - \Delta V)$ となる。

【0039】ここで、入力信号 V_{in} は、受信光が“1”レベルの時、 $-V_h$ であり、受信光が“0”レベルの時、0であるので、2入力増幅回路200の出力電圧 V_{out1} は、図2(C)に示すように、受信光が“1”レベルの時、 $\Delta V + V_h$ となり、受信光が“0”レベルの時、 $\Delta V - V_h$ となる。即ち、本来は、1極性の受信光の信号を、デューティ50%の2極性（バイポーラ）の信号に変換することになる。

【0040】その結果、図3(A)に示すように、入力信号 V_{in} が $-\Delta V$ 以上では、“1”レベル及び“0”レベルの信号は、レベルシフトされて、増幅されることになる。なお、ここで、レベルシフト量 ΔV は、0.1Vとしてある。これは、受信光レベル変換回路100の出力電圧 V_{out1} 、即ち、主増幅回路30の入力電圧が0.2Vの時、主増幅回路30の線形動作範囲の上限値とすると、この電圧の1/2をレベルシフト量 ΔV としている。これにより、図3(A)に示すように、“1”レベルに対する出力電圧 V_{out1} が、段付きなく直線的に増加する特性とすることができる。

【0041】なお、レベルシフト量 ΔV は、前置増幅回路20の出力に対する2入力増幅回路200の増幅率を K_1 とし、選択シフト回路300の出力に対する2入力増幅回路200の増幅率を K_2 とするとき、主増幅回路30の線形動作範囲の上限値となる主増幅回路30の入力電圧の (K_2/K_1) 倍としている。

【0042】次に、図3(B)を用いて、主増幅回路30の出力電圧 V_{out2} としきい値回路400が出力する中点電圧 V_{th} との関係について説明する。入力信号 V_{in} が $-0.1V$ よりも絶対値が小さい時は、“1”レベルの信号も“0”レベルの信号も、それぞれ、5倍にリニアに増幅される。しかしながら、主増幅回路30の線形動作範囲を、出力電圧レベルで1Vとすると、入力信号 V_{in} が $-0.1V$ よりも絶対値が大きい時は、“1”レベルの信号は、1Vで飽和することになる。

【0043】この時、しきい値回路400が出力する中点電圧 V_{th} は、図3(B)中に破線で示すように、入力信号 V_{in} が $-0.1V$ よりも絶対値が小さい時は、“1”レベルの信号と0の中点の電圧であり、入力信号の増加とともに増加する。しかしながら、入力信号 V_{in} が $-0.1V$ よりも絶対値が大きくなると、“1”レベルの信号は飽和するため、中点電圧 V_{th} は、一定となる。

【0044】ここで、比較回路40における波形成形動作について見ると、入力電圧 V_{in} が0.1V以下では、主増幅回路30の線形動作範囲内であるため、パルス幅歪みが発生することはない。また、入力電圧 V_{in} が0.1V以上の領域においては、主増幅回路30の入力信号は、レベルシフトされてバイポーラの信号となっているため、しきい値は、本来のしきい値と一致するものであるため、パルス幅歪みが発生することはない。即ち、受光レベル V_{in} において、従来の受光ダイナミックレンジ

を、従来は、0.01V~0.1Vとすると、本実施形態においては、0.01V~1Vの範囲に拡大することができる。

【0045】従って、主増幅回路が線形動作する範囲だけでなく、線形動作する範囲以外においても、パルス歪みが発生することなく、広い範囲の受信光を電気信号に変換することができるため、受光ダイナミックレンジを広くすることができる。

【0046】以上説明したように、本実施形態によれば、光受信回路における受光ダイナミックレンジを広くすることができる。

【0047】次に、図4及び図5を用いて、上述した光受信回路を用いた光加入者伝送システムについて説明する。図4は、本発明の一実施形態による光受信回路を用いた光加入者伝送システムのブロック構成図である。

【0048】局1000は、光ファイバー3000及びスターカプラーを介して、複数の加入者2000A、2000B、2000Cと接続されている。局1000内には、光伝送の制御をする伝送装置1100が備えられており、伝送装置1100内には、光ファイバー3000を通して加入者から送信されてくるデジタル光信号を受信する光受信回路1200が備えられている。光受信回路1200の構成は、図1において説明したようになっている。

【0049】また、加入者2000A内には、局1000との光伝送を制御する終端装置2100Aが備えられており、終端装置2100A内には、デジタル信号を光信号に変換して送信する光送信器2200Aが備えられている。他の加入者2000B、2000Cも、加入者2000Aと同様の構成となっている。

【0050】加入者2000Aの光送信器2200Aから送信された光信号は、スターカプラー4000及び光ファイバー3000を介して、局1000の光受信回路1200によって受信される。

【0051】なお、図4においては、1方向の伝送系を示しているが、実際には、局1000側には、光送信回路が備えられ、加入者2000側には、光受信器が備えられることにより、双方向の伝送系が構成されている。

【0052】加入者2000A、2000B、2000Cからのデジタル光信号の送信は、図5に示すように、時分割で行われる。即ち、加入者2000Aからの情報は、時間幅 T_1 の間にバーストデータとして送信され、続いて、加入者2000Bからの情報が、同様にして、時間幅 T_1 の間に送信される。全員の加入者2000からの送信が終了すると、時間 T_2 後には、引き続いて、最初の加入者2000Aからの送信が行われ、以降、加入者2000B、加入者2000Cと繰り返される。

【0053】ここで、光受信回路1200としては、図1において説明したように、受光ダイナミックレンジの広い光受信回路を用いることができる。従って、局100

00と加入者2000Aとの通信距離L1が例えば短く、局1000と加入者2000Bとの通信距離L2が長いように、加入者との距離に応じて、光受信回路1200で受信する受光レベルが大きく異なるような場合にも、精度よく加入者からの光情報を検出することができる。

【0054】光受信回路のダイナミックレンジが狭い場合には、局の中に複数の光受信回路を備え、それぞれの光受信回路と複数の加入者間をそれぞれ独立した複数の光ファイバーで接続する必要があるのに対して、上述したように、受光ダイナミックレンジの広い光受信回路を用いることにより、光受信回路を1個で済み、また、光ファイバーも1本で済むため、光伝送システムを安価に構成することができるものである。

【0055】次に、図6を用いて、本発明の他の実施形態による光受信回路について説明する。図6は、本発明の他の実施形態による光受信回路の構成を示すブロック図である。

【0056】なお、図1と同一符号は、同一部分を示しているため、共通部分の説明は省略するとともに、本実施形態における特徴点について主として説明する。本実施形態の特徴は、次の3点にある。

【0057】第1の特徴は、選択シフト回路300'にある。選択シフト回路300'の中の第2ピーク検出回路325は、図1に示した第2ピーク検出回路320とは異なり、リセット付第2ピーク検出回路によって構成している。

【0058】リセット付第2ピーク検出回路325は、リセット信号が入力すると、内部にホールドされている電圧が初期化され、再度、ピーク検出動作を実行する。ここで、リセット信号は、例えば、図4に示す伝送装置1100から所定のタイミングで出力される。図4に示した光受信回路1200は、各加入者2000A、2000B、2000Cから、図5に示すように、時分割されたバーストデータを受信するものであり、それぞれの受信光信号の"1"レベルは、各加入者2000A、2000B、2000Cと光受信回路1200間の距離によって異なる。そこで、各加入者2000A、2000B、2000Cから送信されてくるバーストデータの終了後のデータ非伝送期間に、伝送装置1100は、リセット信号を光受信回路1200に出力する。このリセットパルスが、図6に示したリセット付第2ピーク検出回路325に入力する。

【0059】また、しきい値回路400'の中の第1のピーク検出回路415も、図1に示した第1ピーク検出回路410とは異なり、リセット付第1ピーク検出回路によって構成している。リセット付第1ピーク検出回路415は、リセット信号が入力すると、内部にホールドされている電圧が初期化され、再度、ピーク検出動作を実行する。ここで、リセット信号は、上述したように、

図4に示す伝送装置1100から所定のタイミングで出力される。

【0060】この構成によって、それぞれのピーク検出回路325、415は、バーストデータの時分割伝送に併せてリセットされ、小さな光受信レベルから大きな光受信レベルまで瞬時に受信可能となる。

【0061】第2の特徴は、ボトム補正回路500を備えるとともに、主増幅回路30'を差動増幅回路32により構成したことにある。ボトム補正回路500は、ボトム検出回路510と、差動増幅回路520から構成されている。

【0062】ボトム検出回路510は、主増幅回路30'の出力信号の内、"0"レベルの信号に相当するボトム信号値を検出する。ボトム検出回路510の出力は、差動増幅回路520の正入力端子に入力する。また、ボトム検出回路510の反転入力端子には、第1基準電圧回路420が出力する"0"レベルに相当する電圧が入力する。本来は、差動増幅回路520の2入力は、共に、"0"レベルに相当する電圧であり、同じ値を示す訳であるが、主増幅回路30'の出力信号の中の"0"レベルに含まれる雑音電圧によって、レベルアップする場合がある。

【0063】差動増幅回路520は、無受光時の"0"レベルに含まれる雑音電圧成分を検出し、この電圧成分を、主増幅回路30'の差動増幅回路32の反転入力端子に入力することにより、キャンセルすることができる。

【0064】従って、雑音成分の影響をキャンセルすることができ、主増幅回路の雑音電圧で支配される小さな光受信レベルまで受信することが可能となり、ダイナミックレンジを広げることができる。

【0065】第3の特徴は、しきい値回路400'の中に、さらに、第2レベルシフト回路440及び第2最大値選択回路450を備えたことにある。

【0066】通常的光受信時には、第2最大値選択回路450は、第1ピーク検出回路415が検出した"1"レベルに相当する電圧を選択し、出力する。そして、しきい値回路400'が出力するしきい値電圧 V_{th} は、第1ピーク検出回路415の出力 V_H と、第1の基準電圧回路420が出力する"0"レベルに相当する電圧 V_{L1} の中点電圧となっている。

【0067】それに対して、無受光時に、第2レベルシフト回路440が機能する。即ち、第2レベルシフト回路440は、第1基準電圧回路の出力電圧 V_{L1} を、ノイズレベルの2倍程度の電圧 ΔV_N だけレベルシフトするようにしている。即ち、第2レベルシフト回路440の出力電圧は、 $V_{L1} + \Delta V_N$ となっている。一方、第1ピーク検出回路415の出力は、無受光時には、ノイズレベル程度の電圧となっており、これは、例えば、 $\Delta V_N / 2$ よりも小さい電圧である。従って、第2最大値選択回路450は、第2レベルシフト回路440の出力電圧

$V_{L1} + \Delta V_N$ を出力する。この時、しきい値回路400'が出力するしきい値 V_{th} は、 $\Delta V_N / 2 (= ((V_{L1} + \Delta V_N) - V_{L1}) / 2)$ となる。この電圧は、ノイズレベル程度の電圧であるため、無受光時の比較回路40の出力を"0"レベルに保つことができる。

【0068】以上のような構成をとらない時は、しきい値 V_{th} は、ノイズレベルの半分のレベルとなるため、比較回路40は、ノイズをこのしきい値で波形成形することになり、無受光時であるにも拘らず、"0"、"1"の疑似的なデータが出力されることになる。それに対し

【0069】以上の説明は、図1に示した実施形態と異なる点についてのみであるが、それ以外の点については、図1に示したように動作するため、光受信回路における受光ダイナミックレンジを広くすることができる。

【0070】本実施形態によれば、光受信回路における受光ダイナミックレンジを広くすることができる。

【0071】また、小さな光受信レベルから大きな光受信レベルまで瞬時に受信可能となる。

【0072】さらに、雑音成分の影響をキャンセルすることができる。

【0073】また、ノイズによる誤動作を防止することができるようになる。

【0074】

【発明の効果】本発明によれば、光受信回路における受光ダイナミックレンジを広くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態による光受信回路のブロック図である。

【図2】本発明の一実施形態による光受信回路の受信光レベル変換回路の入力信号と出力信号の関係を説明する波形図である。

【図3】本発明の一実施形態による受信光レベル変換回路の入力信号と出力信号の関係、及び光受信回路の比較回路の入力信号を説明する図である。

【図4】本発明の一実施形態による光受信回路を用いた光加入者伝送システムのブロック構成図である。

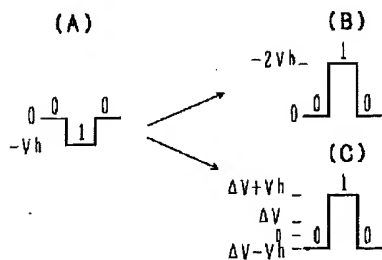
【図5】光加入者伝送システムにおけるデータ伝送の説明図である。

【図6】本発明の他の実施形態による光受信回路の構成を示すブロック図である。

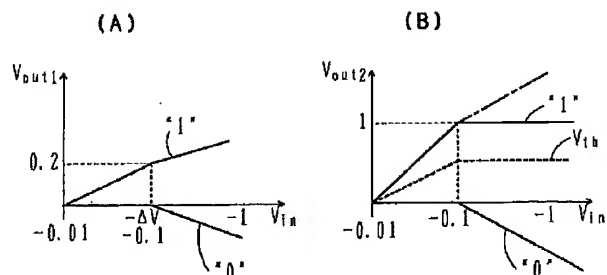
【符号の説明】

- 10…受光素子
- 20…前置増幅回路
- 30, 30'…主増幅回路
- 32, 520…差動増幅回路
- 40…比較回路
- 100…受信光レベル変換回路
- 200…2入力増幅回路
- 202, 312…反転増幅器
- 300…選択シフト回路
- 310…1倍反転増幅回路
- 320…第2ピーク検出回路
- 325…リセット機能付き第2ピーク検出回路
- 330…第1レベルシフト回路
- 340…第1最大値選択回路
- 350…第2基準電圧回路
- 400…しきい値回路
- 410…第1ピーク検出回路
- 415…リセット機能付き第1ピーク検出回路
- 420…第1基準電圧回路
- 430, 432…抵抗
- 440…第2レベルシフト回路
- 450…第2最大値選択回路
- 500…ボトム補正回路
- 510…ボトム検出回路
- 1000…局
- 1200…光受信回路
- 2000…加入者
- 3000…光ファイバー
- 4000…スターカプラー

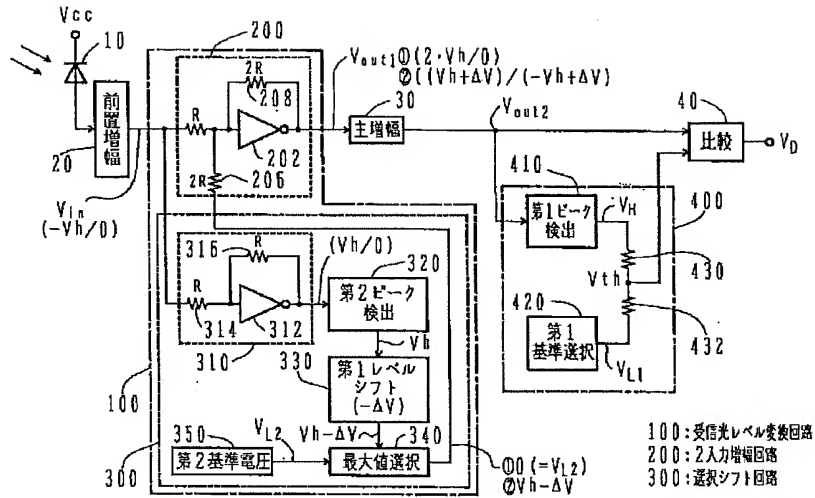
【図2】



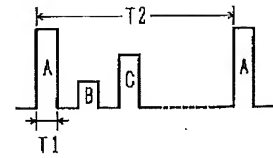
【図3】



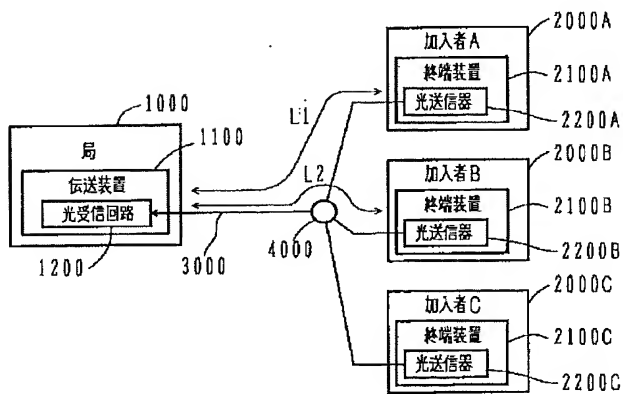
【図1】



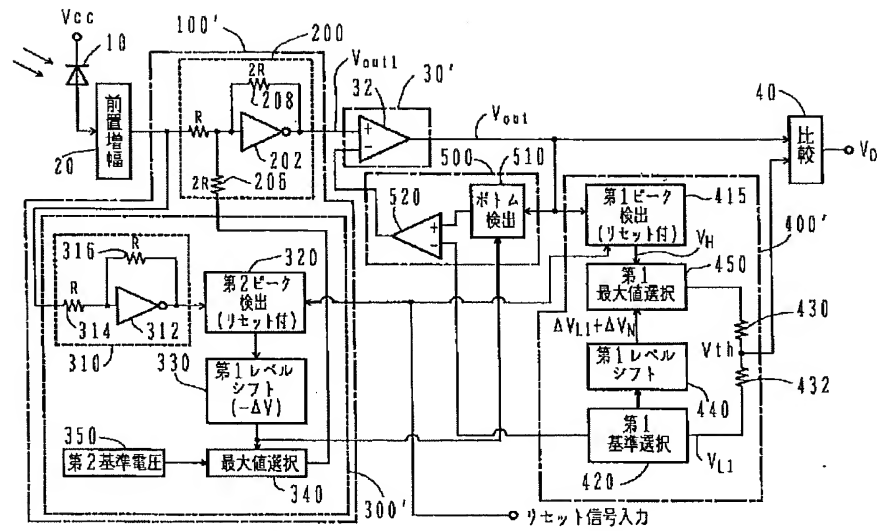
【図5】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int.C1.⁶

H 0 4 B 10/04

10/06

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-032436

(43)Date of publication of application : 03.02.1998

(51)Int.Cl.

H03F 3/08

H04B 10/02

H04B 10/28

H04B 10/26

H04B 10/14

H04B 10/04

H04B 10/06

(21)Application number : 08-187237

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 17.07.1996

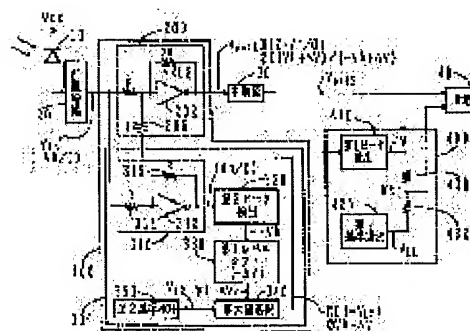
(72)Inventor : HASEGAWA ATSUSHI

(54) LIGHT RECEPTION CIRCUIT AND LIGHT TRANSMISSION SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a light reception circuit with wide light reception dynamic range.

SOLUTION: Current signals detected by a photodetector 10 are converted to voltage signals by a pre-amplifier circuit 20 and the output of the pre-amplifier circuit 20 is inputted to a reception light level conversion circuit 100. The reception light level conversion circuit 100 is provided with a function for amplifying the output signals of the pre-amplifier circuit 20 in the case that the output signals of the pre-amplifier circuit 20 is lower than a prescribed level and is provided with the function for amplifying and also level-shifting the output signals of the pre-amplifier circuit 20 in the case of the output signals of the pre-amplifier circuit 20 is higher than the prescribed level. The output of the reception light level conversion circuit 100 is amplified by a main amplifier circuit 30 and the main



amplifier circuit 30 is bipolar-operated by the output of the reception light level conversion circuit 100 in the case of the output signals of the pre-amplifier circuit 20 are higher than the prescribed level. The output signals of the main amplifier circuit 30 are waveform-shaped by a comparator circuit 40 based on a prescribed threshold value.

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A photo detector.

An introduction amplifying circuit which transforms into a voltage signal a current signal detected with this photo detector.

A main amplifying circuit which amplifies an output signal of this introduction amplifying circuit.

A comparison circuit which carries out corrugating of the output signal of this main amplifying circuit based on a predetermined threshold.

Are the optical receiving circuit provided with the above, are arranged between the above-mentioned introduction amplifying circuit and the above-mentioned main amplifying circuit, and when an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit is smaller than a predetermined level, Have a function which amplifies an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit, and when an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit is larger than a predetermined level, While amplifying an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit, have a reception beam level conversion circuit which has a function which carries out a level shift, and when an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit is larger than a predetermined level, With the output of the above-mentioned reception beam level conversion circuit, bipolar operation of the above-mentioned main amplifying circuit is carried out.

[Claim 2]In the optical receiving circuit according to claim 1, the above-mentioned reception beam level conversion circuit, Are connected to an output of the above-mentioned introduction amplifying circuit, and when an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit is smaller than a predetermined level, Set the output to 0, and when an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit is larger than a predetermined level, An optical receiving circuit comprising a selection shift circuit which shifts a level and outputs a peak value of an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit, and a 2 input amplifying circuit which considers an output of the above-mentioned introduction amplifying circuit, and an output of the above-mentioned selection shift circuit as two inputs.

[Claim 3]An optical receiving circuit making the above-mentioned predetermined level into voltage equivalent to upper limit of the linear operation range of a circuit element which has a linear operation range

to an inputted electrical signal in the optical receiving circuit according to claim 1.

[Claim 4]When setting an amplification factor of the above-mentioned 2 input amplifying circuit to an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit to K_1 and setting an amplification factor of the above-mentioned 2 input amplifying circuit to an output signal of the above-mentioned selection shift circuit to K_2 in the optical receiving circuit according to claim 3, An optical receiving circuit, wherein a shift amount in the above-mentioned selection shift circuit is the quantity which multiplied the above-mentioned predetermined level by (K_2/K_1) .

[Claim 5]An optical receiving circuit being able to reset the above-mentioned selection shift circuit in the optical receiving circuit according to claim 2 in timing predetermined in this peak detection circuit both provided with a peak detection circuit which detects a peak value of an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit.

[Claim 6]Have a threshold circuit which outputs a threshold inputted into the above-mentioned comparison circuit in the optical receiving circuit according to claim 1, and the above-mentioned threshold circuit, A peak detection circuit which detects a peak value of an output signal of the above-mentioned main amplifying circuit equivalent to "1" level, An optical receiving circuit comprising circuit generating reference voltage which generates reference voltage equivalent to "0" levels, and outputting midpoint voltage of an output of the above-mentioned peak detection circuit and the above-mentioned circuit generating reference voltage as a threshold.

[Claim 7]An optical receiving circuit being able to reset the above-mentioned peak detection circuit to predetermined timing in the optical receiving circuit according to claim 6.

[Claim 8]An optical receiving circuit, wherein the above-mentioned threshold circuit outputs a threshold equivalent to a noise level in the optical receiving circuit according to claim 6 at the time of no receiving light.

[Claim 9]An optical receiving circuit characterized by having a bottom product correction circuit which amends an output of a main amplifying circuit so that it may become the voltage on which this bottom value is equivalent to "0" levels while detecting a bottom value of an output signal of the above-mentioned main amplifying circuit in the optical receiving circuit according to claim 1.

[Claim 10]A lightwave transmission system which connects between an office which has an optical receiving circuit, and members who have an optical sending circuit with an optical fiber, and transmits data to the above-mentioned office from the above-mentioned member, comprising:

The above-mentioned optical receiving circuit is a photo detector.

An introduction amplifying circuit which transforms into a voltage signal a current signal detected with this photo detector.

A main amplifying circuit which amplifies an output signal of this introduction amplifying circuit.

A comparison circuit which carries out corrugating of the output signal of this main amplifying circuit based on a predetermined threshold, Are arranged between the above-mentioned introduction amplifying circuit and the above-mentioned main amplifying circuit, and when an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit is smaller than a predetermined level, A function which carries out a level shift while amplifying an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit, when it has a function which amplifies an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit, and an

output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit is larger than a predetermined level.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the optical receiving circuit which changes a digital light signal into an electrical signal, and the lightwave transmission system using this optical receiving circuit, and relates to a suitable optical receiving circuit and lightwave transmission system to use for burst transmission especially.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the conventional optical receiving circuit, the electrical signal changed by the photo detector is amplified with a main amplifier, the midpoint voltage of a level and "1" "0" level is shaped in waveform for the output signal of a main amplifier as a threshold, and digital electric signals are outputted. Here, since the voltage of "1" level changes with the signal strength of the lightwave signal to input, it also needs to change the voltage of a threshold according to the change of potential of "1" level, and the automatic threshold equalization circuit (ATC) is being used for it. He was trying for an automatic threshold equalization circuit to adjust a threshold automatically by detecting the peak value of the output voltage of a main amplifier, and making voltage of the middle point of this peak value and the reference voltage level equivalent to "0" levels into a threshold as a value equivalent to the voltage of "1" level. By making into one input signal of a comparator this threshold adjusted automatically, and inputting the output signal of a main amplifier into the input terminal of another side of a comparator, corrugating can be carried out with this threshold and digital electric signals can be outputted.

[0003] As an automatic threshold equalization circuit, it is indicated to JP,60-214128,A, for example.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the conventional optical receiving circuit, there was a problem that a light-receiving dynamic range was narrow. That is, in the conventional optical receiving circuit, the light-receiving dynamic range is governed in the linear operation range of a main amplifier, for example, and the main amplifier can output the signal of original "1" level to the signal of the light-receiving level beyond the linear operation range of a main amplifier. As a result, since the midpoint voltage of "1" level and "0" level generated in the threshold equalization circuit is different from an original threshold level, pulse width distortion occurs in the output of a comparator. Therefore, since it was conventionally restricted to a light-receiving level with which the main amplifier operates in the linear operation range of a main amplifier, there was a problem that a light-receiving dynamic range was narrow. As a factor which restricts a light-receiving dynamic range, there are a peak detection circuit etc. besides a main amplifier.

[0005] Since it was necessary to connect an optical receiving circuit and an optical transmitter separately with an optical fiber, and to build a lightwave transmission system when the light-receiving dynamic range of an optical receiving circuit is narrow, there was a problem that a lightwave transmission system became expensive.

[0006] The purpose of this invention is to provide the large optical receiving circuit of a light-receiving

dynamic range.

[0007]Other purposes of this invention are to provide the lightwave transmission system which can be constituted cheaply.

[0008]

[Means for Solving the Problem]To achieve the above objects, in an optical receiving circuit this invention is characterized by that comprises the following, Are arranged between the above-mentioned introduction amplifying circuit and the above-mentioned main amplifying circuit, and when an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit is smaller than a predetermined level, Have a function which amplifies an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit, and when an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit is larger than a predetermined level, While amplifying an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit, have a reception beam level conversion circuit which has a function which carries out a level shift, and when an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit is larger than a predetermined level, What is made to carry out bipolar operation of the above-mentioned main amplifying circuit with the output of the above-mentioned reception beam level conversion circuit, and can make large a light-receiving dynamic range of an optical receiving circuit by this composition.

Photo detector.

An introduction amplifying circuit which transforms into a voltage signal a current signal detected with this photo detector.

A main amplifying circuit which amplifies an output signal of this introduction amplifying circuit.

A comparison circuit which carries out corrugating of the output signal of this main amplifying circuit based on a predetermined threshold.

[0009]In the above-mentioned optical receiving circuit, preferably the above-mentioned reception beam level conversion circuit, Are connected to an output of the above-mentioned introduction amplifying circuit, and when an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit is smaller than a predetermined level, Set the output to 0, and when an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit is larger than a predetermined level, It is made to constitute from a selection shift circuit which shifts a level and outputs a peak value of an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit, and a 2 input amplifying circuit which considers an output of the above-mentioned introduction amplifying circuit, and an output of the above-mentioned selection shift circuit as two inputs.

[0010]In the above-mentioned optical receiving circuit, preferably the above-mentioned predetermined level, It is considered as voltage equivalent to upper limit of the linear operation range of a circuit element which has a linear operation range to an inputted electrical signal, and by this composition, linear operation of the circuit element is carried out in linear operation within the limits, and bipolar operation may be carried out except a linear operation range.

[0011]When setting an amplification factor of the above-mentioned 2 input amplifying circuit to an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit to K1 and setting an amplification factor of the above-mentioned 2 input amplifying circuit to an output signal of the above-mentioned selection shift circuit to K2 preferably in the above-mentioned optical receiving circuit, Let a shift amount in the above-mentioned

selection shift circuit be the quantity which multiplied the above-mentioned predetermined level by $(K2/K1)$.

[0012]In the above-mentioned optical receiving circuit, preferably the above-mentioned selection shift circuit, This peak detection circuit makes [both] reset possible to predetermined timing provided with a peak detection circuit which detects a peak value of an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit, and this composition can receive it in an instant from an optical small receiving level to an optical big receiving level.

[0013]Have a threshold circuit which outputs preferably a threshold inputted into the above-mentioned comparison circuit in the above-mentioned optical receiving circuit, and the above-mentioned threshold circuit, A peak detection circuit which detects a peak value of an output signal of the above-mentioned main amplifying circuit equivalent to "1" level, Comprise circuit generating reference voltage which generates reference voltage equivalent to "0" levels, make it output midpoint voltage of an output of the above-mentioned peak detection circuit and the above-mentioned circuit generating reference voltage as a threshold, and by this composition. Corrugating which was suitable according to change of "1" level may be carried out.

[0014]In the above-mentioned optical receiving circuit, preferably, the above-mentioned peak detection circuit makes reset possible to predetermined timing, and this composition can receive it in an instant from an optical small receiving level to an optical big receiving level.

[0015]In the above-mentioned optical receiving circuit, preferably, at the time of no receiving light, it is made for the above-mentioned threshold circuit to output a threshold equivalent to a noise level, and it can prevent malfunction by a noise by this composition.

[0016]In the above-mentioned optical receiving circuit, preferably, while detecting a bottom value of an output signal of the above-mentioned main amplifying circuit, It has a bottom product correction circuit which amends an output of a main amplifying circuit so that this bottom value may serve as voltage equivalent to "0" levels, and this composition can remove influence of a noise component.

[0017]In a lightwave transmission system which this invention connects between an office which has an optical receiving circuit, and members who have an optical sending circuit with an optical fiber, and transmits data to the above-mentioned office from the above-mentioned member in order to attain the purpose besides the above, An introduction amplifying circuit which transforms into a voltage signal a current signal from which the above-mentioned optical receiving circuit was detected with a photo detector and this photo detector, A main amplifying circuit which amplifies an output signal of this introduction amplifying circuit, and a comparison circuit which carries out corrugating of the output signal of this main amplifying circuit based on a predetermined threshold, Are arranged between the above-mentioned introduction amplifying circuit and the above-mentioned main amplifying circuit, and when an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit is smaller than a predetermined level, Have a function which amplifies an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit, and when an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit is larger than a predetermined level, While amplifying an output signal of the above-mentioned introduction amplifying circuit, it is made to constitute from a reception beam level conversion circuit which has a function which carries out a level shift, and this composition can constitute a lightwave transmission system cheaply.

[0018]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the optical receiving circuit by one embodiment of this invention is explained using drawing 1, drawing 2, and drawing 3. Drawing 1 is a block diagram of the optical receiving circuit by one embodiment of this invention.

[0019] The photo detector 10 changes the inputted lightwave signal into an electrical signal. The current signal which the photo detector 10 outputs is transformed into a voltage signal by the introduction amplifying circuit 20. The output signal of the introduction amplifying circuit 20 is inputted into the reception beam level conversion circuit 100. The reception beam level conversion circuit 100 is constituted by 2 input amplifying circuit 200 and the selection shift circuit 300.

[0020] The input resistance 204 of the resistance R with which 2 input amplifying circuit 200 is connected with the 1st input terminal of the inversed amplifier 202 and the inversed amplifier 202 between the introduction amplifying circuits 20, It is constituted by the input resistance 206 of the resistance 2R connected with the 2nd input terminal of the inversed amplifier 202 between the selection shift circuits 300, and the feedback resistor 208 of the resistance 2R connected between the output terminal of the inversed amplifier 202, and an input terminal. Therefore, as for the output signal of the introduction amplifying circuit 20, reversal amplification of the amplification factor is carried out by 2 input amplifying circuit 200 by twice, and reversal amplification of the output signal of the selection shift circuit 300 is carried out by 2 input amplifying circuit 200 by actual size.

[0021] Although the detailed composition and operation of the reception beam level conversion circuit 100 are mentioned later, here, Since the signal from the selection shift circuit 300 is zero when the input signal V_{in} to the reception beam level conversion circuit 100 is small (i.e., when a reception beam level is small), it doubles the reversal amplification only of the output signal of the introduction amplifying circuit 20. When the input signal V_{in} to the reception beam level conversion circuit 100 is larger than a predetermined value, mention later the time when a reception beam level is large, but. In this embodiment, by having the reception beam level conversion circuit 100, also when a reception beam level is large, pulse width distortion ceases to occur, and a light-receiving dynamic range can be opened.

[0022] Output signal V_{out1} of the reception beam level conversion circuit 100 is amplified by the main amplifying circuit 30. The amplification factor of the main amplifying circuit 30 is made into 5 times, for example, and he combines with the twice of the amplification factor in 2 input amplifying circuit 200, and is trying to obtain one 10 times the amplification factor of this here. This is because he is trying to double the amplification factor of the amplifying circuit in this embodiment with the amplification factor (10 times) of the conventional main amplifying circuit.

[0023] The output signal of the main amplifying circuit 30 is inputted into one input terminal and threshold circuit 400 of the comparison circuit 40. The threshold circuit 400 comprises the 1st peak detection circuit 410, the 1st reference voltage circuit 420, and the resistance 430, 432.

[0024] The 1st peak detection circuit 410 detects and holds the peak value of the output signal of the main amplifying circuit 30, and holds the voltage V_H which is equivalent to the signal of "1" level in the output signal of the main amplifying circuit 30. The 1st reference voltage circuit 420 is a circuit which generates predetermined reference voltage, and outputs voltage V_{L1} which is equivalent to the signal of "0" levels in the output signal of the main amplifying circuit 30. As reference voltage V_{L1} , it is referred to as 0V, for example.

[0025]The output of the 1st peak detection circuit 410 and the output of the 1st reference voltage circuit 420 are connected via the resistance 430,432. here -- resistance -- 430,432 -- resistance -- equal -- carrying out -- if -- resistance -- 430 -- resistance -- 432 -- a node -- **** -- " -- one -- " -- a level -- corresponding -- voltage -- V_H -- " -- zero -- " -- a level -- corresponding -- voltage -- V_L -- one -- midpoint voltage -- V_{th} -- $= (V_H + V_L) / 2$ -- outputting -- having .

[0026]This midpoint voltage V_{th} serves as a threshold for corrugating, and is inputted into the 2nd input terminal of the comparator 40. The comparator 40 carries out corrugating of the output signal of the main amplifying circuit 30 by making into a threshold midpoint voltage V_{th} which the threshold circuit 400 outputs, and outputs the digital electric signals V_D .

[0027]Next, the composition of the selection shift circuit 300 is explained. The output signal of the introduction amplifying circuit 20 is inputted into the 1 time inversed amplification 310 in the selection shift circuit 300. The inversed amplification 310 is constituted by the inversed amplifier 312, the input resistance 314 of the resistance R , and the feedback resister 316 of the resistance R 1 time, and the amplification factor is one and carries out reversal amplification of the input signal. Therefore, if the voltage equivalent to the reception beam of "1" level is $-V_h$ and the voltage equivalent to the reception beam of "0" levels sets to 0, the input signal V_{in} of the reception beam level conversion circuit 100, The output voltage of the 1 time inversed amplification 310 serves as V_h to the reception beam of "1" level, and is set to 0 to the reception beam of "0" levels. The output signal of the inversed amplification 310 is inputted into the 2nd peak detection circuit 320 1 time. Since the voltage equivalent to a noise flows also at the time of no receiving light, although the voltage equivalent to the reception beam of "0" levels is not 0, it has been actually set to zero on account of explanation here.

[0028]The 2nd peak detection circuit 320 detects and holds the peak value of an input signal. Therefore, the output voltage of the 2nd peak detection circuit 320 serves as V_h . The output signal of the 2nd peak detection circuit 320 is inputted into the 1st level shift circuit 330.

[0029]The 1st level shift circuit 330 shifts a signal level only ($-\Delta V$) to an input signal. Therefore, the output voltage of the 1st level shift circuit 330 is set to $(V_h - \Delta V)$. The output signal of the 1st level shift circuit 330 is inputted into the highest selection circuit 350.

[0030]The highest selection circuit 350 outputs the larger one among the output of the 1st level shift circuit 330, and the output of the 2nd reference voltage circuit 350. The 2nd reference voltage circuit 350 is a circuit which outputs voltage V_{L2} equivalent to "0" levels, and is set to $V_{L2}=0$ here. The highest selection circuit 350 Namely, the output $(V_h - \Delta V)$ of the 1st level shift circuit 330, The output $(V_{L2}=0)$ of the 2nd reference voltage circuit 350 is measured, $(V_h - \Delta V)$ outputs $(V_{L2}=0)$ in the 1st state smaller than $(V_{L2}=0)$, and $(V_h - \Delta V)$ outputs $(V_h - \Delta V)$ in the 2nd larger state than $(V_{L2}=0)$.

[0031]Next, operation of the optical receiving circuit shown in drawing 1 is explained with drawing 2 and drawing 3. In drawing 2, are the relation of the input signal and output signal of the reception beam level conversion circuit of an optical receiving circuit by one embodiment of this invention a wave form chart to explain, and drawing 3, It is a figure explaining the input signal of the relation of the input signal and output signal of the reception beam level conversion circuit by one embodiment of this invention, and the comparison circuit of an optical receiving circuit.

[0032]Here, the case where a reception beam level is the small 1st, and the case where a reception beam

level is the 2nd [large] are divided and explained. As shown in drawing 2 (A), the input signal V_{in} of the reception beam level conversion circuit 100, When it is referred to as $-V_h$ when a reception beam is "1" level, it is referred to as 0 when a reception beam is "0" levels, and setting shift voltage of the 1st level shift circuit 330 to $-\Delta V$, The case where a reception beam level is the small 1st is a case of $V_h < \Delta V$, and the case where a reception beam level is the 2nd [large] is a case of $V_h > \Delta V$. When referred to as input signal $-V_h$ in case a reception beam is "1" level for example, this is a case where the time of V_h being below $0.1V (= 100 \text{ mV})$ is the 1st, and is a case where the time of V_h being more than $0.1V$ is the 2nd. If V_h is less than $[0.1V]$, the main amplifying circuit 30 shall be operated by linear operation within the limits.

[0033]The linear operation range of the peak detection circuit 410 is equivalent to the linear operation range of the main amplifying circuit 30, or let it be the following [it]. When the linear operation range of the peak detection circuit 410 is narrower than the linear operation range of the main amplifying circuit 30, V_h is set up based on the linear operation range of a peak detection circuit.

[0034]First, the case where a reception beam level is the small 1st is explained. In this case, the output voltage $(V_h - \Delta V)$ of the 1st level shift circuit 330 in the input amplifying circuit 200, If the highest selection circuit 340 compares output voltage $VL2 (=0)$ of the 2nd reference voltage circuit 350, since output voltage $VL2 (=0)$ of the 2nd reference voltage circuit 350 is larger, the output voltage of the highest selection circuit 340 will be set to 0. Therefore, since the voltage inputted from the input resistance 206 among 2 inputs of 2 input amplifying circuit 200 is 0, as it is, it is twice the amplification factor of this, and it carries out reversal amplification of the output voltage V_{in} of the introduction amplifying circuit 20 inputted from the input resistance 204.

[0035]That is, the voltage of the signal of "1" level is $2V_h$, and the input signal V_{in} shown in drawing 2 (A) is set to output signal V_{out1} whose voltage of the signal of "0" levels is 0, as shown in drawing 2 (B).

[0036]As a result, as shown in drawing 3 (A), the input signal V_{in} is amplified linearly [the signal of "1" level] as it is below by $-\Delta V$, and the signal of "0" levels serves as as $[0]$.

[0037]The voltage corresponding to "1" level in output voltage V_{out2} of the main amplifying circuit 30 serves as 10 and V_h , and 10 and V_h are detected by the peak detection circuit 410 of the threshold circuit 400 as the peak value V_H . If reference voltage $VL1$ which the 1st reference voltage circuit 420 generates is set to 0, the threshold V_{th} will serve as 5 and V_h . Therefore, by the comparison circuit 50, corrugating can be performed in the state where pulse waveform distortion does not occur, as usual, and it can change into digital electric signals.

[0038]Next, the case where a reception beam level is the 2nd [large] is explained. In this case, the output voltage $(V_h - \Delta V)$ of the 1st level shift circuit 330 in the input amplifying circuit 200, If the highest selection circuit 340 compares output voltage $VL2 (=0)$ of the 2nd reference voltage circuit 350, since the output voltage $(V_h - \Delta V)$ of the 1st level shift circuit 330 is larger, the output voltage of the highest selection circuit 340 will be set to $(V_h - \Delta V)$. Therefore, the voltage inputted from the input resistance 206 among 2 inputs of 2 input amplifying circuit 200, Since it is $(V_h - \Delta V)$, reversal amplification of the amplification factor is carried out by 1 time, this voltage becomes $-(V_h - \Delta V)$, it is twice the amplification factor of this, reversal amplification is carried out, and the output voltage V_{in} of the introduction amplifying circuit 20 inputted from the input resistance 204 serves as $-2V_{in}$. That is, output voltage V_{out1} of 2 input amplifying circuit 200 becomes $-2V_{in} - (V_h - \Delta V)$.

[0039] Since the input signal V_{in} is $-V_h$ here when a reception beam is "1" level, and it is 0 when a reception beam is "0" levels, output voltage V_{out1} of 2 input amplifying circuit 200, As shown in drawing 2 (C), when a reception beam is "1" level, it becomes $\Delta V + V_h$, and it becomes $\Delta V - V_h$ when a reception beam is "0" levels. That is, originally the signal of the reception beam of 1 polarity will be changed into the signal of duty 50% of bipolar sexuality (bipolar).

[0040] As a result, as shown in drawing 3 (A), above $-\Delta V$, the level shift of the signal of "1" level and "0" level will be carried out, and the input signal V_{in} will be amplified. Here, level-shift-quantity ΔV is set to 0.1V. This is setting one half of these voltage to level-shift-quantity ΔV , if the time of output voltage V_{out1} of the reception beam level conversion circuit 100, i.e., the input voltage of the main amplifying circuit 30, being 0.2V makes it the upper limit of the linear operation range of the main amplifying circuit 30. Thereby, as shown in drawing 3 (A), it can be considered as the characteristic which output voltage V_{out1} to "1" level increases linearly [there is nothing with the stage and].

[0041] When level-shift-quantity ΔV sets the amplification factor of 2 input amplifying circuit 200 to the output of the introduction amplifying circuit 20 to K_1 and the amplification factor of 2 input amplifying circuit 200 to the output of the selection shift circuit 300 is set to K_2 , It is made into twice (K_2/K_1) the input voltage of the main amplifying circuit 30 used as the upper limit of the linear operation range of the main amplifying circuit 30.

[0042] Next, the relation between output voltage V_{out2} of the main amplifying circuit 30 and the midpoint voltage V_{th} which the threshold circuit 400 outputs is explained using drawing 3 (B). When an absolute value is smaller than $-0.1V$, as for the signal of "0" levels, the signal of "1" level is also linearly amplified for the input signal V_{in} 5 times, respectively. However, if the linear operation range of the main amplifying circuit 30 is set to 1V with an output voltage level, as for the signal of "1" level, the input signal V_{in} will be saturated with 1V when an absolute value is larger than $-0.1V$.

[0043] At this time, as a dashed line shows in drawing 3 (B), when an absolute value is smaller than $-0.1V$, the input signal V_{in} is the voltage of the signal of "1" level, and the middle point of 0, and increases the midpoint voltage V_{th} which the threshold circuit 400 outputs with the increase in an input signal. However, since the signal of "1" level will be saturated if an absolute value becomes large rather than $-0.1V$, the input signal V_{in} becomes constant [the midpoint voltage V_{th}].

[0044] Since the input voltage V_{in} is linear operation within the limits of the main amplifying circuit 30 in less than 0.1V when it sees about the corrugating operation in the comparison circuit 40 here, pulse width distortion does not occur. Since the level shift of the input signal of the main amplifying circuit 30 is carried out and the input voltage V_{in} serves as a signal of BAIPORA in the field beyond 0.1V, since a threshold is an original threshold and match, pulse width distortion does not generate it. That is, in the light-receiving level V_{in} , if the conventional light-receiving dynamic range is conventionally set to 0.01V–0.1V, it is expandable to the range of 0.01V–1V in this embodiment.

[0045] Therefore, without pulse distortion occurring not only the range in which a main amplifying circuit carries out linear operation but in addition to the range which carries out linear operation, since the reception beam of the wide range is convertible for an electrical signal, a light-receiving dynamic range can be made large.

[0046] As explained above, according to this embodiment, the light-receiving dynamic range in an optical

receiving circuit can be made large.

[0047]Next, the optical member transmission systems using the optical receiving circuit mentioned above are explained using drawing 4 and drawing 5. Drawing 4 is a block lineblock diagram of optical member transmission systems using the optical receiving circuit by one embodiment of this invention.

[0048]The office 1000 is connected with two or more member 2000 A-2000 B-2000C via the optical fiber 3000 and the star coupler. In the office 1000, it has the transmission equipment 1100 which controls optical transmission, and has the optical receiving circuit 1200 which receives the digital light signal transmitted by the member through the optical fiber 3000 in the transmission equipment 1100. The composition of the optical receiving circuit 1200 was explained in drawing 1.

[0049]In the member 2000A, it has the terminating set 2100A which controls optical transmission with the office 1000, and has the optical transmitter 2200A which changes a digital signal into a lightwave signal and transmits in the terminating set 2100A. Other member 2000 B-2000C has the same composition as the member 2000A.

[0050]The lightwave signal transmitted from the member's 2000A optical transmitter 2200A is received by the optical receiving circuit 1200 of the office 1000 via the star coupler 4000 and the optical fiber 3000.

[0051]In drawing 4, although the transmission system of one direction is shown, actually, it has an optical sending circuit and the bidirectional transmission system is constituted by having an optical receiver at the office 1000 side at the member 2000 side.

[0052]Transmission of the digital light signal from member 2000A-2000B-2000C is performed by time sharing, as shown in drawing 5. That is, the information from the member 2000A is transmitted as burst data between the time width T1, then the information from the member 2000B is similarly transmitted between the time width T1. After the transmission from all member 2000 is completed, after the time T2, succeedingly, transmission from the first member 2000A is performed, and it is henceforth repeated with the member 2000B and the member 2000C.

[0053]Here, as the optical receiving circuit 1200, as it explained in drawing 1, the large optical receiving circuit of a light-receiving dynamic range can be used. Therefore, so that for a long time [the communication range L1 of the office 1000 and the member 2000A may be short, for example and / the communication range L2 of the office 1000 and the member 2000B], Also when the light-receiving levels received in the optical receiving circuit 1200 differ greatly according to distance with a member, the light information from a member can be detected with sufficient accuracy.

[0054]When the dynamic range of an optical receiving circuit is narrow, As it has two or more optical receiving circuits into an office and between each optical receiving circuit and two or more members was mentioned above to connecting with two or more optical fibers which became independent, respectively, Since an optical receiving circuit is ended with one piece and an optical fiber can also be managed with one by using the large optical receiving circuit of a light-receiving dynamic range, a lightwave transmission system can be constituted cheaply.

[0055]Next, the optical receiving circuit by other embodiments of this invention is explained using drawing 6. Drawing 6 is a block diagram showing the composition of the optical receiving circuit by other embodiments of this invention.

[0056]In order that drawing 1 and identical codes may show identical parts, while omitting explanation of an

intersection, the focus in this embodiment is mainly explained. The feature of this embodiment is in the following three points.

[0057]The 1st feature is in selection shift circuit 300'. The 2nd peak detection circuits 325 in selection shift circuit 300' differ in the 2nd peak detection circuit 320 shown in drawing 1, and the 2nd peak detection circuit with reset constitutes them.

[0058]The voltage currently held inside will be initialized and the 2nd peak detection circuit 325 with reset will perform peak detection operation again, if a reset signal inputs. Here, a reset signal is outputted to predetermined timing from the transmission equipment 1100 shown in drawing 4, for example. From each member 2000A-2000B-2000C, as shown in drawing 5, the optical receiving circuit 1200 shown in drawing 4, The burst data by which time sharing was carried out is received, and "1" level of the received light signal of the **** changes with distance between each member 2000 A-2000 B-2000C and the optical receiving circuit 1200. Then, the transmission equipment 1100 outputs a reset signal to the optical receiving circuit 1200 during the data non transmission after the end of the burst data transmitted from each member 2000A-2000B-2000C. This reset pulse inputs into the 2nd peak detection circuit 325 with reset shown in drawing 6.

[0059]The 1st peak detection circuits 415 in threshold circuit 400' also differ in the 1st peak detection circuit 410 shown in drawing 1, and the 1st peak detection circuit with reset constitutes them. The voltage currently held inside will be initialized and the 1st peak detection circuit 415 with reset will perform peak detection operation again, if a reset signal inputs. Here, a reset signal is outputted to predetermined timing from the transmission equipment 1100 shown in drawing 4, as mentioned above.

[0060]By this composition, each peak detection circuit 325,415 is collectively reset by the time division transmission of burst data, and serves as ability ready for receiving from an optical small receiving level in an instant to an optical big receiving level.

[0061]There is the 2nd feature in having constituted main amplifying circuit 30' by the differential amplifying circuit 32 while being provided with the bottom product correction circuit 500. The bottom product correction circuit 500 comprises the bottom detecting circuit 510 and the differential amplifying circuit 520.

[0062]The bottom detecting circuit 510 detects the bottom product signal value which is equivalent to the signal of "0" levels among the output signals of main amplifying circuit 30'. The output of the bottom detecting circuit 510 is inputted into the positive input terminal of the differential amplifying circuit 520. The voltage equivalent to "0" levels which the 1st reference voltage circuit 420 outputs inputs into the inversed input terminal of the bottom detecting circuit 510. Originally, although both two inputs of the differential amplifying circuit 520 are the voltage equivalent to "0" levels and are translations which show the same value, they may improve with the noise voltage contained in "0" levels in the output signal of main amplifying circuit 30'.

[0063]the differential amplifying circuit 520 detects the noise voltage ingredient contained in "0" levels at the time of no receiving light — this voltage component — the inversed input terminal of the differential amplifying circuit 32 of main amplifying circuit 30' — an input — it is cancellable by things.

[0064]Therefore, the influence of a noise component can be canceled, it becomes possible to receive to the optical small receiving level governed with the noise voltage of a main amplifying circuit, and a dynamic range can be opened.

[0065]There is the 3rd feature in having had the 2nd level shift circuit 440 and the 2nd highest selection circuit 450 further into threshold circuit 400'.

[0066]At the time of the usual optical reception, the 2nd highest selection circuit 450 chooses and outputs the voltage equivalent to "1" level which the 1st peak detection circuit 415 detected. And the threshold voltage V_{th} which threshold circuit 400' outputs is the midpoint voltage of voltage $VL1$ equivalent to "0" levels which the 1st peak detection circuit 415 outputs VH , and the 1st reference voltage circuit 420 outputs.

[0067]The 2nd level shift circuit 440 functions to it at the time of no receiving light. That is, the 2nd level shift circuit 440 is made to carry out the level shift of output voltage $VL1$ of the 1st reference voltage circuit only about 2 times [of a noise level] voltage ΔVN . That is, the output voltage of the 2nd level shift circuit 440 serves as $VL1 + \Delta VN$. On the other hand, the output of the 1st peak detection circuit 415 serves as voltage about a noise level at the time of no receiving light, and this is voltage smaller than $\Delta VN/2$, for example. Therefore, the 2nd highest selection circuit 450 outputs output voltage $VL1 + \Delta VN$ of the 2nd level shift circuit 440. At this time, the threshold V_{th} which threshold circuit 400' outputs is set to $\Delta VN / 2 (= (VL1 + \Delta VN) - VL1) / 2$. Since this voltage is the voltage about a noise level, it can maintain the output of the comparison circuit 40 at the time of no receiving light at "0" levels.

[0068]Since the threshold V_{th} serves as a level of the half of a noise level when not taking the above composition, the comparison circuit 40 will carry out corrugating of the noise with this threshold, and in spite of being at the time of not receiving light, "0" or "1" false data will be outputted. Malfunction by a noise can be prevented now to it by having the 2nd level shift circuit 440 and the 2nd highest selection circuit 450.

[0069]Although the above explanation is only about a different point from the embodiment shown in drawing 1, since it operates as shown in drawing 1, it can make large the light-receiving dynamic range in an optical receiving circuit about the other point.

[0070]According to this embodiment, the light-receiving dynamic range in an optical receiving circuit can be made large.

[0071]It becomes ability ready for receiving in an instant from an optical small receiving level to an optical big receiving level.

[0072]The influence of a noise component is cancellable.

[0073]Malfunction by a noise can be prevented now.

[0074]

[Effect of the Invention]According to this invention, the light-receiving dynamic range in an optical receiving circuit can be made large.

[Translation done.]